

# חידושים בטכנולוגיה הצבאית... חיד

## — MCV-80 נגמ"ש בריטי חדש לשנות ה-80

מאפייניו של ה-MCV-80 הם:

- יכולת לשאת 10 חיילים בנוחות מרבית, ולמשך לחימה רצוף של 48 שעות, כולל מיגון אב"כ.
- ניידות רבה, המושגת הודות למנוע רבי-עצמה, שהספקו 550 כ"ס.
- מיגון כבד, מתוך הנחה שאם על הנגמ"ש לפעול בצוותא עם טנקים, הרי שעליו להיות ממוגן בדומה לטנק.
- עצמת אש מסייעת — בנגמ"ש אין חרכיירי לנ"ל של חיילי החי"ר, מתוך הנחה שממילא אש כזו בתנועה לא תהיה מדויקת, והחימוש העיקרי שלו הוא תותח "ברדן" 30 מ"מ ומקלע-מקביל בקוטר 7.62 מ"מ.

מתוך השאיפה להקנות לנגמ"ש יכולת פעולה שלא תיפול בהרבה מזו של טנקים, התקבל רק"מ שמשקלו 23.5 טונות — בכ-50 אחוזים יותר ממשקלו של ה-FV-432 (כ-15 טונות), ויותר מכפול ממשקלו של ה-M-113 האמריקני (כ-11 טונות). עם זאת, התקנת המנוע רבי-העצמה יוצרת יחס הספק/משקל של 23 כ"ס/טון. יחס זה מאפשר רזיזות תנועה, תאוצה ועבירות שאינם נופלים בהרבה מאלה של טנק מערכה ממוצע. כך, למשל, מסוגל הנגמ"ש להגיע ממצב נייח למהירות 48 קמ"ש בתוך 18 שניות.

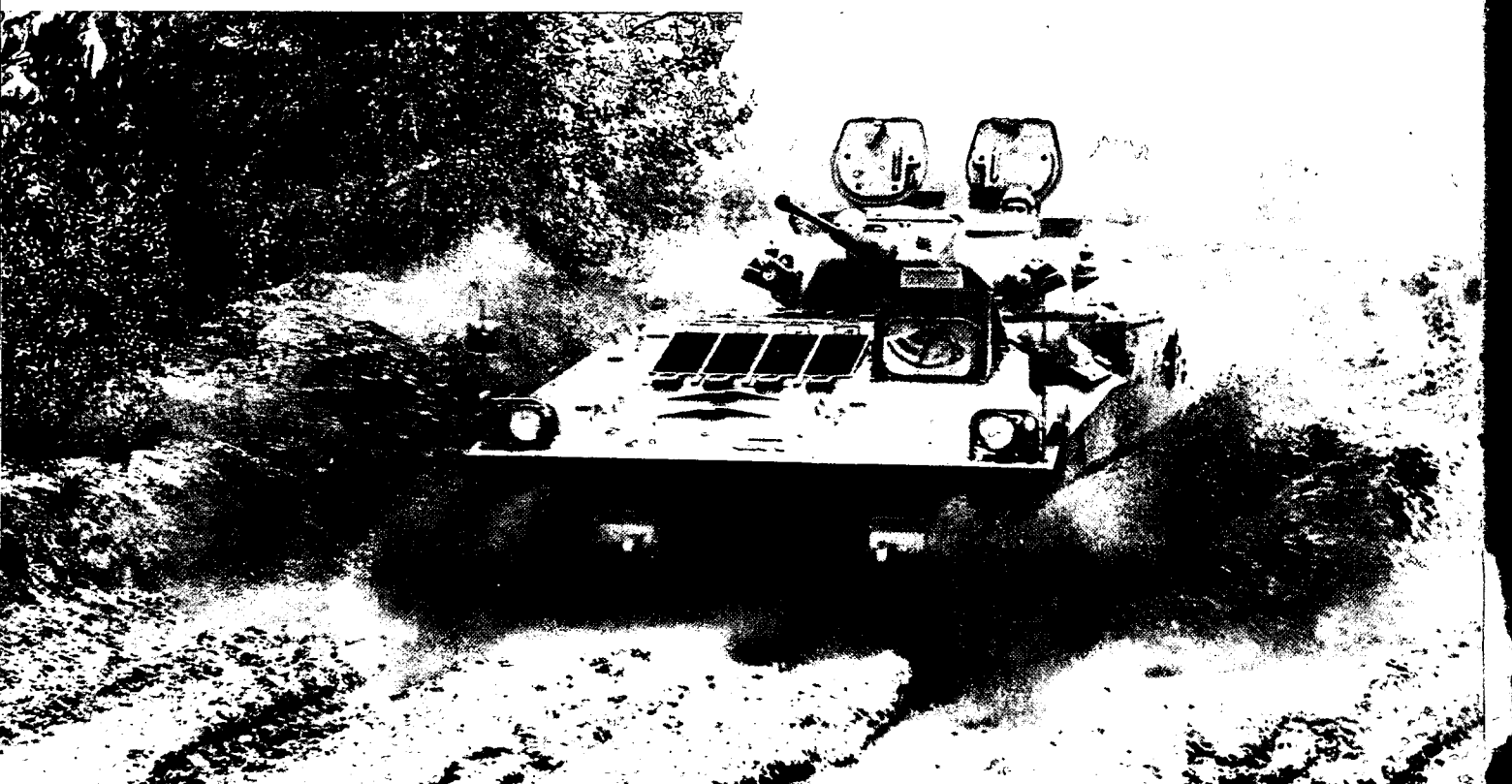
בשנות ה-60 וה-70 נמצאו בשימוש הצבא הבריטי כ-3000 נגמ"שים ממשפחת ה-FV-432, רובם נגמ"שי לחימה וחלקם כלים יעודיים שונים. עם סיום ייצורם של הנגמ"שים הללו, ב-1969, החלו המתכנני הבריטיים לפתח נגמ"ש חדש, שמיועד להחליפם במהלך שנות ה-80. נגמ"ש זה מכונה MCV-80 (Mechanized Combat Vehicle), ובימים אלה נמצאים אבות-הטיפוס שלו בשלבי ניסוי.

ביסוד תכנונו של הנגמ"ש החדש מונחת התפיסה, שהוא מיועד לשמש כלי-הובלה ולחימה לחי"ר; ולפיכך, סדר הקדימויות בתכנונו מדגיש את נוחות החיילים ומיגונם, בעדיפות על פני עצמת-אש לטווחים בינוניים ורחוקים. ניתן להדגים דגש זה בהשוואה לנגמ"ש האמריקני החדש, XM-2; בניגוד לנגמ"ש האמריקני, ה-MCV-80 אינו נושא טילים נ"ט.

תא-הלחימה של ה-MCV-80 דומה בממדיו לזה של ה-M-113, וכמוהו, גם לו יש מדפים עיליים, שניתן לפתחם כך שחיילי החי"ר יוכלו לירות מעבר לדופן הנגמ"ש. הכניסה ל-MCV-80 והיציאה ממנו נעשות דרך דלת כפולה המותקנת בדופן האחורית. מקומו של המפקד הוא בצריח, המאויש גם בידי תותחן. ה-MCV-80 ישמש כבסיס למשפחת כלי רק"מ, כולל אפשרות לרק"מ נ"ט ייעודי; אבל בשלב הראשון בפיתוח מושם הדגש על הכשרתו כנגמ"ש חי"ר.

### נתונים:

|            |  |
|------------|--|
| צוות:      | 10 אנשים (כולל נהג).   |
| משקל קרבי: | 23.5 טונות.  |
| ממדים:     | אורך — 6.34 מ'.<br>רוחב — 3.03 מ'.<br>גובה (עד הסיפון) — 1.93 מ'.<br>גובה (כולל הצריח) — 2.74 מ'.    |
| חימוש:     | תותח "ברדן" 30 מ"מ.<br>מקלע 7.62 מ"מ.  |
| מנוע:      | "רולס רויס" דיזל CV8, הספק 550 כ"ס.<br>מהירות מקסימלית על דרך: 75 קמ"ש.<br>תכולת מכל הדלק: 772 ליטר. |



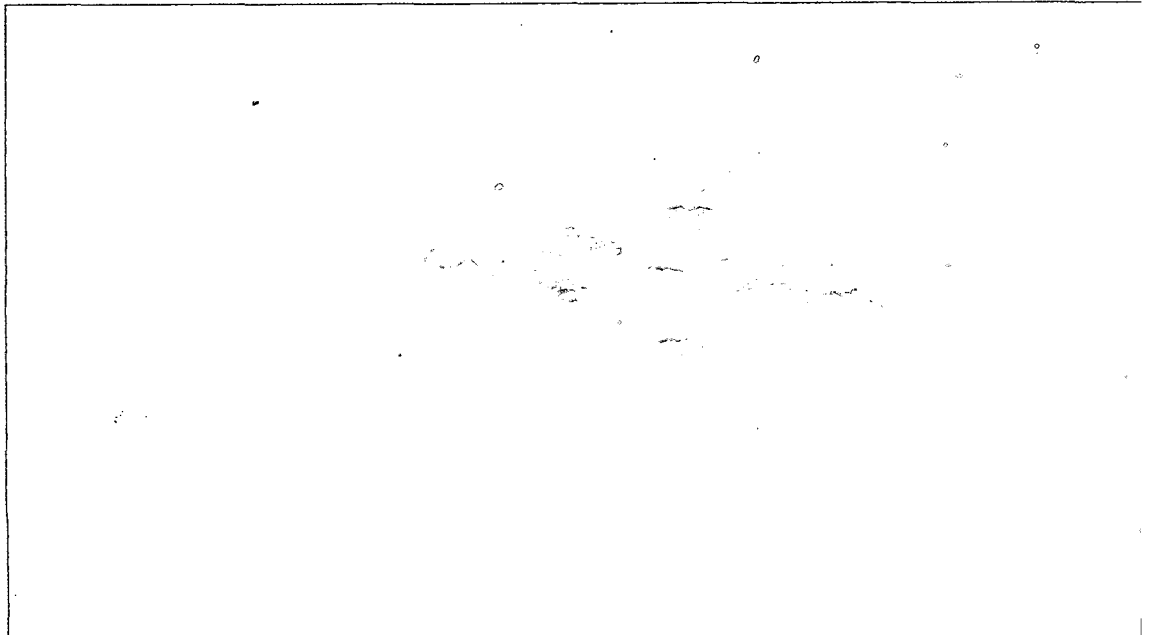
# טיס בטכנולוגיה הצבאית... חידושים



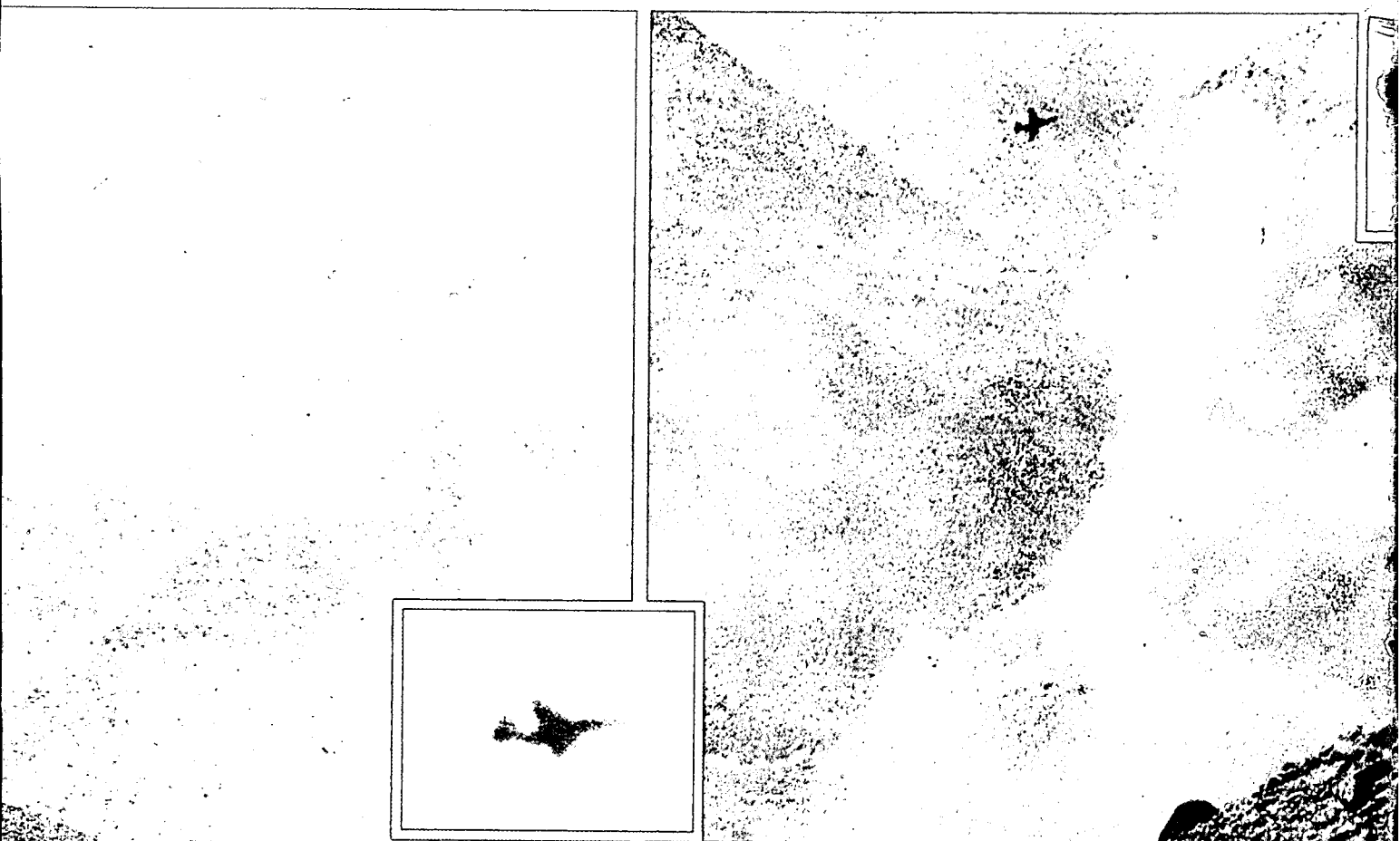
## מבצעי המטוס הסובי SU-25 באפגניסטן

עמדות המורדים במעברי ההרים, כשהמטוסים מפעילים חימוש קונבנצ'יונלי. ה-SU-25, שכונה בעבר Ram-J, נמצא בתהליך ייצור, ומומחים אמריקנים משערים כי הוא מצויד בשני מנועי "טומנסקי" R13-300. משקל ההמראה המרבי של המטוס

ברד"מ מפעילה באפגניסטן את מטוסי SU-25 החדשים, המיועדים לסיוע קרוב ודומים בביצועיהם ובמבנם למטוס התקיפה האמריקני A-10 מתוצרת "פירצ'יילד". טייסת של מטוסי SU-25, שכינויים בנאט"ו "פרוגפוט", פועלת מבסיס בג'ירם נגד



# כטבנולוגיה הצבאית... חידושים בטבנולוגיה



הוא כ-36,000 ליברות (כ-18 טונות). הוא יכול לשאת 10,000 ליברות חימוש, או 14,000 ליברות דלק. זוג המנועים מורכב בחלקו האחורי של המטוס, מאחורי הכנפים ומעליהם. המיג-21 "פישבד", נמצא גם הוא בשיר מוש באפגניסטן, כמו גם ה-SU-17 פִיטֶר.

(מחוך: Aviation Week & Space Technology 3 בינואר 1983).

יטו  
ז



# לוגיה הצבאית... חידושים בטכנולוגיה

## EXJAM — פגז חדש ללוחמה אלקטרונית

הצבא האמריקני עורך ניסויים בפגז מצרר חדש, בקוטר 155 מ"מ, שיעודו — שיבוש מערכות קשר של האויב בשדה-הקרב. את הפגז, המכונה "משבש-תקשורת מתכלה" (EXJAM — Expendable Comm-unicating Jammer), מפתחות מעבדות הלי"א של חיל הקשר האמריקני, ואלה עקרונות הפעלתו:

- שישה משבשים אלקטרוניים נארוזים בפגז 155 מ"מ, על פי העיקרון המיושם בפגזי עשן, תאורה או מצרר. בפגז מותקן מרעום-זמן, אשר בהתאם לנתוני הירי, מתפוצץ בגובה נתון, ומשחרר את בסיס הפגז. ששת המשבשים נפלטים החוצה, אחד בכל פעם, בקצב שנקבע מראש.
- ארבעה סנפירי-ייצוב קפיציים משתדחרים, ומייצבים את סחרור המשבש.

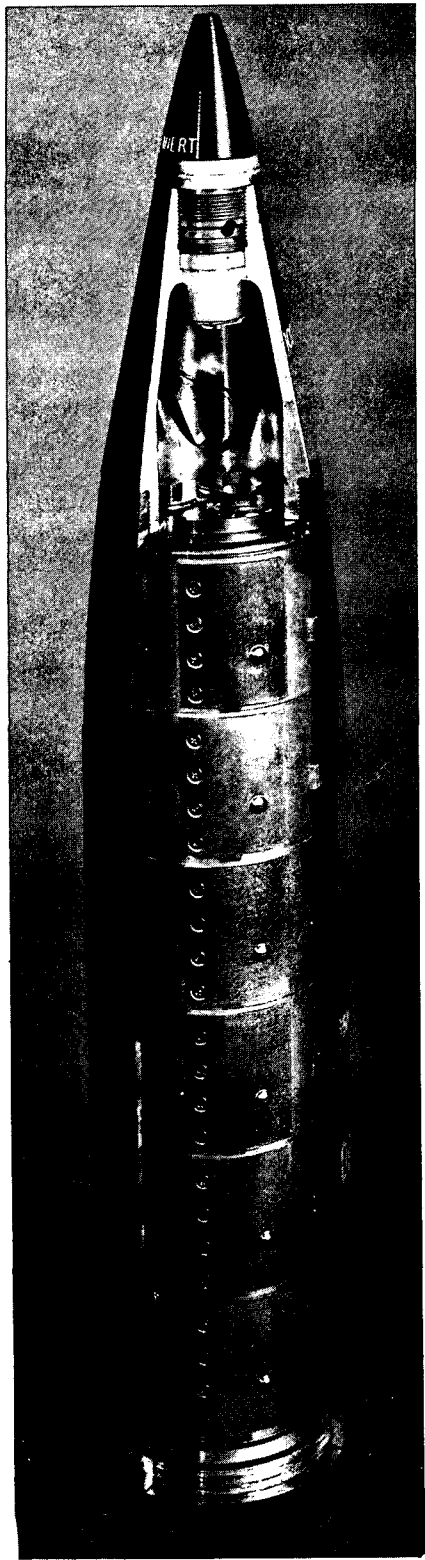
במקביל משתחרר גם סרטי-ייצוב, המקנה למשבש יכולת נפילה בקו ישר.

- המשבש, שצורתו גליל, בקוטר 125 מ"מ וגובהו 87.5 מ"מ, פוגע בקרקע במהירות של כ-40 מטרים/בשנייה, ומתחפר בה לעומק של עד עשרה סנטימטרים.
- עם החבטה בקרקע משתחררת אנטנה, ובתוך שניות אחדות מופעל משרד-שיבוש, הפועל ברציפות בתחומי התדרים שנקבעו לו.
- לדברי מנהל הפרויקט, עתיד ה-EXJAM "להשפיע במידה ניכרת על תכנון הלחימה בעתיד. באמצעות פגז זה, ניתן לשבש כמעט כל סוג של תקשורת".

כמובן, החידוש שבפגז איננו בעצם היכולת לשבש, אלא בקושי הניצב בפני האויב לאתר את המשבשים הזעירים הפזורים בשטחו. יתר-על-כן, מחירם של המשבשים זול, ואת פגזי ה-EXJAM ניתן לשאת יחד עם התחמושת האחרת, וליריותם מכל קנה 155 מ"מ רגיל.

ניסויי-ירי ראשונים בוצעו בהצלחה במהלך שנת 1982. מתוכנן שבסדרת

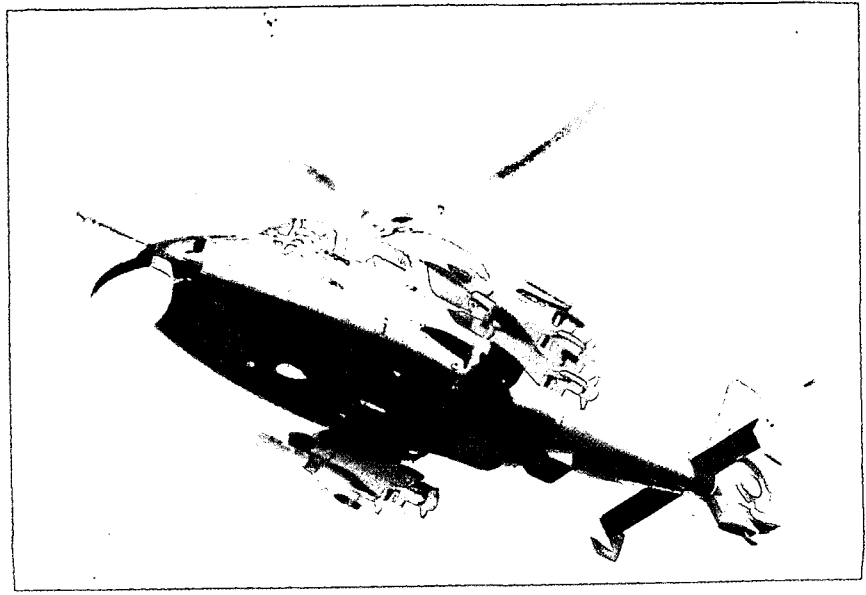
הניסויים הבאה יירו 1000 פגזים מסוג זה, ואם לא תהיינה תקלות מיוחדות, עתיד הפגז להיכנס לשירות הצבא האמריקני ב-1984.



## מסוק תקיפה "דופין 2"

מסוק התקיפה "דופין 2" AS365F מיוצר ע"י חברת אירוספטיאל. המסוק מצויד במכ"ם טומסון CSF — "אגרויון" וחמוש

בארבעה טילים אוויר-קרקע AS15TT. לא מכבר נמכרו 20 מסוקים מסוג זה לסעודיה ובעקבות העסקה ערך הצי הצרפתי שיני-ויים באופיון פריגטת הנ"מ שלו C70AA על מנת שתוכל לקלוט מסוק זה ולתפעלו. (האופיון הקיים היה מתוכנן לקלוט מסוק Lynx בלבד). בתמונה — מסוק דופין 2 במהלך ניסויים עם מדמי מכ"ם וטילים.



רית בעיקר בעד דרכי הנשימה, והמסוכנים מכולם הם חמרי הלחימה הגזיים. חמרי לחימה ביולוגיים וזיהום רדיואקטיבי בצורה ארוסולית (נוזלית או אבקתית) מוגבלים יותר בדרך חדירה זו: האף משמש מסנן טבעי המגביל במידה רבה את החדירה של חומרים אלה, אך טווח הפגיעה של הארוסולים וסינון מכני נוסף עשוי לבלם כליל, אך כמובן, לא די בסינון זה ויש להוסיף לו סינון כימי.

חומרי לחימה משפיעים בריכוזים נמוכים, אחד המאפיינים החשובים של חמרי הלחימה, הוא רעילותם הגבוהה. המאפשרת להם להשפיע גם בריכוז נמוך. הדברים נכונים בעיקר לגבי חומרי הלחימה הביולוגיים המתרכזים בתוך הגוף וגורמים למחלות, גם אם חדרו לגוף בכמות זעירות בלבד.

התקפות אב"כ עלולות להביא למגפות. השפעתו הראשונית של הנשק הביולוגי נובעת מחשיפה ישירה של אנשים לחמרי הלחימה הביולוגיים עצמם. לאחר פרוץ המחלה, או המחלות, שנגרמות כתוצאה מהשימוש בחומר הלחימה הביולוגי המסוים עלולה להתפתח מגפה, שתרחיב את אזורי הפגיעה של חומר הלחימה הביולוגי.

חומרי לחימה כימיים וזיהום רדיואקטיבי, אינם בעלי יכולת אפיימית לכשעצמם. עם זאת, עלולה לפרוץ, לאחר פיצוץ גרעיני באזור מיושב, מגפה רחבת היקף, וזאת בעיקר, עקב השפעותיו המכניות של הפיצוץ (התפרצות) של מערכות כיוב, הרס התשתית הסניטית, פגיעה במערך הרפואי, וכו'). גם התקפה מסיבית של נשק קונבנציונאלי על ריכוזים עירוניים, עלולה לגרום למגפות, בדומה לפיצוץ הגרעיני (גם אם לא בממדים זהים). עם זאת לא ניתן להשיג בלוחמה קונבנציונאלית אפקט מגפתי מקביל לזה של חומרי הלחימה הביולוגיים.

השפעות גופניות מופיעות באיחור. חלק מחומרי הלחימה הכימיים פוגעים באדם במהירות גבוהה יחסית, ואחרים פוגעים בו כעבור זמן מה. מרבית חומרי הלחימה הביולוגיים, זקוקים לתקופת דגירה בת מספר שעות עד מספר ימים, מחדירתם לגוף, ועד להופעת סימניה הראשונים של המחלה. כל עוד לא הופיעו סימנים אלה לא ידע הנחשף כי נפגע. סימני המחלה עלולים להופיע בשלב לא כל כך מוקדם של התפתחותה עד כי בדרך כלל תוחמץ אפשרות ריפוייה במועד. גם השפעותיה של חשיפה לקרינה גרעינית התחלתית תהיינה חבויות זמן



כוויות שנגרמו כתוצאה מהקרינה של הפצצה בהירושימה. גבו של הנער שהיה מכוסה בשכבת לבוש עבה, נפגע פחות

מה, עד להתגלותם החיצונית. משיתגלו הסימנים כבר לא ניתן יהיה למנוע את הנזק שנגרם. כל שיתאפשר לעשות יהיה להגן על הנחשף מפני חשיפה נוספת, ולהקטין את ההשפעות, ככל שניתן, באמצעות המערך הרפואי.

חומרי לחימה שונים אינם נתפסים ע"י החושים. תכונה זו של נשק אב"כ נכונה באופן חלקי בלבד, והיא מהווה שיקול חשוב במערכי הפיתוח, השימוש וההתגוננות בתחום הלא קונבנציונאלי. חומרי לחימה כימיים וביולוגיים רבים אינם נראים לעין ולא ניתן לחוש בהם בחוש הריח, אף כשהם מצויים בריכוזים היכולים לגרום לפגיעה באדם. לתחמושת כימית קול פיצוץ עמום שיכול אולי לרמוז על הפעלתו, אך אין לסמוך על כך, כאמצעי לאיתור התקפות אב"כ. החושים האחרים, אף הם אינם מבטיחים גילוי של חומרי לחימה הנמצאים באוויר.

עם זאת, אין כל ספק בדבר יכולת האבחנה הוודאית בפיצוץ גרעיני. הבהק האור המסנוור ורעם הפיצוץ ייחודיים לנשק זה, ומבטיחים גילוי במרחק של קילומטרים ממוקד הפיצוץ (בתחום השפעתם של האפקטים המיידיים, ולמעלה מכך). עם זאת, הנפולת הרדיואקטיבית עלולה להגיע לאזורים, הנמצאים מחוץ לטווח הגילוי של הפיצוץ

חי"ר בריטי במלחמה היו מצויד במסכות נגד גזאים. המסכות היו יעילות, אך קשה היה לנשום בתוכן



הגרעיני באמצעות החושים. ריכוזי נפולת גבוהים נראים כענן אבק, אך ככל שהם קטנים קטנה גם אפשרות גילוייה החזותי של הנפולת.

חומרי הלחימה מושפעים מן התנאים הסביבתיים. השפעה זו באה לידי ביטוי באופן ההתפזרות והמיהול של חומרי הלחימה באוויר, ועל פני הקרקע, ובמידה, שבה משפיעים תנאי הסביבה על קצב התפרקות החומרים והיעלםם.

התפזרות חומרי הלחימה. כאשר מעריכים את השפעת התנאים הסביבתיים (תנאים מטאורולוגיים וטופוגרפיים) על אופן ההתפזרות של חומרי לחימה, יש לקחת בחשבון גורמים אחדים שעמם נמנים:

- סוג המקור. (נקודתי, קווי או שטחי).
- מצב הצבירה של החומר המפוזר (חמרי לחימה כימיים מסוגלים ללבוש כל אחד ממצבי הצבירה, בעוד שחומר לחימה ביולוגי ונפולת מופיעים בדרך כלל כארוסול נוזלי או אבקתי).
- מידת הנדיפות של החומר (במצב צבירה נוזלי וארוסולי), צמיגותו ותכונות פיסיקליות רלוונטיות נוספות, בתנאי טמפרטורות ולחות שונים.
- אופן ההתפשטות והשקיעה של חומר רים גזיים וארוסוליים בפרופילי רוח שונים.
- אופי פני הקרקע (תבליט ותכסית) באזור התקיפה, ובמורד הרוח.
- אפשרות ריחופו מחדש של חומר, לאחר ששקע על פני הקרקע.
- השפעת משקעים על חומרי הלחימה. (מיהול, שטיפה, שקיעה לתוך הקרקע).
- אחד הפרמטרים החשובים בתחום זה הוא גובה השחרור של הזיהום הכימי, הביולוגי או הרדיואקטיבי (אטומי). חל"כ וחל"ב מפוזרים מגובה קטן יחסית ופיזורם ומיהולם מושפעים בעיקר מהמיקרו-מטאורולוגיה בגובה פני הקרקע, וסמוך לה.

הנפולת הגרעינית, לעומתם, שוקעת מגובה של קילומטרים אחדים (מתקרת הטרופוספירה, ומן הסטרטוספירה) לאחר שטיפסה לשם עם כדור הלהט והענן הרדיואקטיבי. אופן התפזרות הנפולת, ושטחי ההזדהמות נקבעים, אפוא, על-ידי כיוון הרוח ומהירותה כפי שהם בין גובה פסגת הענן לפני הקרקע.

התפרקות החומרים. קצב התפרקות הכימית והפיסיקלית של חומרי הלחימה בתנאי מזג אוויר שונים, אינו אחיד. הרגישים ביותר לתנאי הסביבה (טמפרטורה, לחות, קרינת שמש) הנם חומרי הלחימה הביולוגיים. מקובל לחשוב שעמידותו של

חומר לחימה ביולוגי באור השמש היא שעות ספורות בלבד. מן העבר השני של המתרס נמצאים תוצרי הפיצוץ הגרעיני, המתפורים בנפולת, ודועכים בקצב מוגדר וקבוע, ללא תלות בתנאים הסביבתיים. בתווך, בין חומרי הלחימה הביולוגיים לבין הזיהום הרדיואקטיבי נמצאים חומרי הלחימה הכימיים למיניהם, שקצב התפר-קותם בתנאי מזג אוויר שונים אינו אחיד (אחדים מהם עמידים במשך עשרות שנים כל עוד הם נותרים בתנאי אחסון מתאי-מים). נוסף לתנאים הסביבתיים המשפיעים על מידת עמידותם של חומרי הלחימה, יש למנות גם את תנאי האחסון של החומרים, טרם פיזורם, ואת התנאים המיוחדים (לחץ, טמפרטורה), הנוצרים בשעת הפיזור עצמו (בפיצוץ, ריסוס וכו').

#### שימושים

לתכונותיו של נשק אב"כ חשיבות הן לגבי התקיפות בו והן לגבי תכנון מערך ההתגוננות נגדו. להלן חלק מן השימושים שניתן לעשות בו:

- ניתן לנצל נשק אב"כ למטרות שונות ורב גונית במהלך המלחמה. יכולת השימוש כאמל"ח אב"כ ברמה הצבאית הטקטית (עם פגיעה מזערית באוכלוסייה) עומדת לצד אפשרות הפעלתו נגד ריכוזי אוכלוסייה ומתקני תשתית, ברמה האסטרטגית (ועד לכדי אפשרות הפעלתו כנשק להשמדה המונית).

- הגמישות בבחירת מטרות פוטנציאליות לתקיפה טקטית בחומרי לחימה כימיים, מודגמת ע"י ניצול דרגת הנדיפות של חל"כ. חל"כ נדיף יופעל, למשל, לשם פגיעה בכוחות אויב לא מוגנים (או מוגנים חלקית) באתרים, המיועדים לכניסה ע"י המתקיף. חל"כ עמיד, לעומת זאת, ייבחר לשם זיהום ממושך של שטחים וצירים, שאליהם המתקיף אינו מתכוון לחזור.

- נשק האב"כ יכול לשמש כסיוע לאש קונבנציונאלית, כאשר רוצים לפגוע באנשים, תוך הותרת מתקנים וציוד שלמים ושימישים; או במגמה לפגוע באנשים, או להוציאם מן המחסה, ולהותירם חשופים לאש קונבנציונאלית.

- תכונותיו של נשק אב"כ מאפשרות להפעילו בהפתעה מוחלטת, ע"י שימוש בכמויות גדולות של חל"כ בפרק זמן קצר (בטרם יספיק המותקף לנקוט צעדי התגוננות: לחבוש מסכה, ללבוש בגדי מגן וכו').

- הפתעה בקנה מידה גדול עוד יותר תושג באמצעות ניצול תכונת ה"מרח-ביות" של חל"כ או חל"ב, והעובדה

שקשה להבחין בהם באמצעות החושים, זאת ע"י פיזור חומר הלחימה מחוץ למטרה והסתייעות ברוחות לנשיאתו ליעדו מבלי שהאויב ידע על כך עד שיחוש בהשפעת החומרים.

- הנשק הגרעיני מספק אופציה מיוחדת במינה לביצוע ההתקפה בהפתעה מוחלטת. גורם ההפתעה כא לידי ביטוי במקרה זה, במיקוד מרבית ההשפעות לפרק זמן קצר (מחלקי השנייה ועד שניות אחדות). בכך שונה התקפה גרעינית מהתקפה קונבנציונאלית. משכה הארוך של האחרונה (הפצצה או הפגזה נ"מ כבדה) מאפשר למותקף להתגונן תוך כדי התקפה.

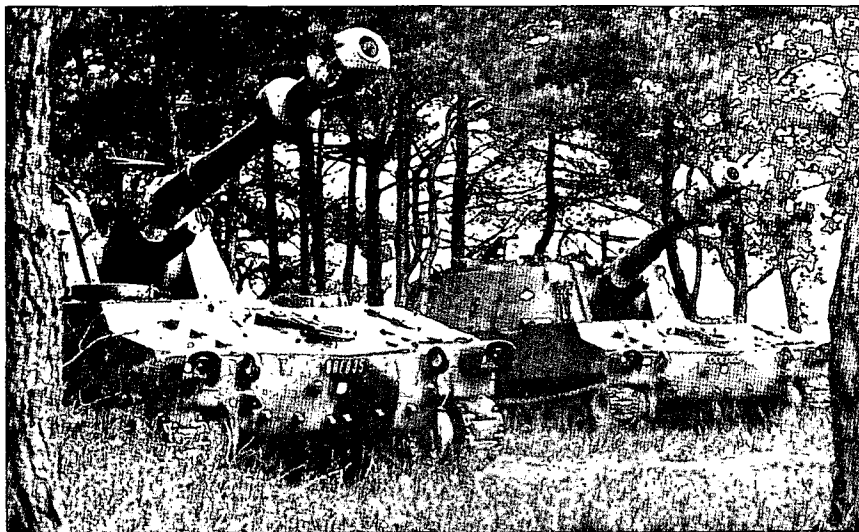
- לעומת האפקטים המידיים של הפיצוץ הגרעיני, אין הנפולת הרדיואקטיבית יכולה להחשב כגורם הבא בהפתעה על שרידי הכוח המותקף, או על יחידותיו, הפרוסות במרחקים גדולים ממוקד

היעודי) מוסיפות צרכים חדשים למערך הלוגיסטי הקונבנציונאלי.

- כתוצאה מפעולתם המושהית של רבים מחומרי הלחימה, וכתוצאה מאי היכולת להבחין בנוכחותם באמצעות החושים, עולה הצורך בפיתוח וביישום של שיטות כימיות, ביולוגיות ופיסיקליות לגילוי ולהתרעה בזמן אמיתי (הן ע"י המתגונן, והן ע"י הכוח התוקף).

- כפועל יוצא מתכונותיהם של חומרי הלחימה הכימיים והביולוגיים, ניתן להשיג רמת מיגון כמעט מלאה בפניהם. לרמת מיגון גבוהה יש מחיר (פיסילוגי ומבצעי) ופשרה מאוזנת ביניהם הנה כורח המציאות. בהיערכות התגוננותית נאותה יכול כושר ההישרדות הכימית להגיע ליכולת ההישרדות בתקיפה קונבנציונאלית מסיבית או אף לעלות עליה.

- שונה הדבר כשמדובר בנשק הגרעיני, שם צפויים להתקבל נפגעים בטווח



תותחים אמריקניים M-109 155 מ"מ המסוגלים לירות פגזים בעלי ראש קרב גרעיני

הפיצוץ. גם אם המגזר המתגונן הוכן כראוי, הדבר אינו מפחית מחשיבותה של התגוננות הפרט והיחידה, מאחר שבתחום מרחקים נרחב למדי, סביב למוקד הפיצוץ (מעבר לרדיוס הפגיעה הוודאית), עשויים אמצעי התגוננות מתאימים ותרגולות התגוננות נכונות להבדיל בין היפגעות לבין מוות או הישרדות בחיים.

- אחד מאפיוני החשובים של נשק אב"כ (ובפרט הנשק הביולוגי והגרעיני) הוא המספר הגדול של הנפגעים הצפוי להתקבל כתוצאה מהפעלתו (פגיעות גופניות ונפשיות). מערכים רפואיים "קונבנציונאליים" רחוקים מלספק אפילו חלק קטן מצרכי המתאר הלא קונבנציונאלי. מערך רפואי ייעודי יעיל הוא אבן יסוד בתכנון ההיערכות ההתגוננותית.

- אפשרויות השימוש בכמויות קטנות יחסית של חל"כ וחל"ב לביצוע התקיפות בממדים ניכרים, מקטינות במידה ניכרת את היקף המערך הלוגיסטי, בהשוואה לשדה הקרב הקונבנציונאלי. תמונת מצב זו אופיינית אף ללוחמה הגרעינית שבה שקולה פצצה בודדת (מבחינת שחרור האנרגיה) לאלפי, ולעשרות אלפי פצצות חנ"מ גדולות. עם זאת, יש לקחת בחשבון בתכנון המערך הלוגיסטי את נושאי הבטיחות הכרוכים באחזקה של מצבורי נשק לא קונבנציונאלי, בהובלתם ובהפצתם. לעומת ההקלה הלוגיסטית בנושא תחמושת, מתהפך הגלגל בתחום התגוננות אב"כ. הצטיידות בפריטי התגוננות ואחזקתם (ברמת הפרט והיחידה ובדרג



חיילים הלבושים בבגד מגן נגד חמרים כימיים מטהרים לאחר שנחשפו להתקפת אב"כ

לפרקי זמן ממושכים. שיקולים דומים קיימים אף בתכנון הפעלתם בעת ובעונה אחת של מספר מרכיבי אב"כ. לדוגמה, שילוב של חמרי לחימה כימיים שונים יכול להביא לתוצאות מדהימות. מקרה אחר, פיזור חל"כ עצבים, יחד עם שימוש בנשק גרעיני, יכול לגרום להשפעות הסי-נגרטיטיות בולטות במיוחד, שכן ההרס שגורם הנשק הגרעיני מקטין במידה רבה את המיגון ואת כושר עמידותו של המותקף. נגד חומרי לחימה כימיים, לשי-לוב האפשרי והצפוי של נשק אב"כ לסו-גיו, יחד עם הנשק הקונבנציונאלי משמעותיות חשובות בתכנון מערך ההת-גוננות (על מרכיביו התורתיים, ההצטיי-דותיים וההדרכתיים).

#### שימושים טקטיים של חל"כ

ניתן להשתמש בחומרי לחימה כימיים כנגד מטורות בעלות ערך אסטרטגי כגון מרכזי אוכלוסייה, מערכות תשתית וכו', אך עם זאת, אחד הייעודים העיקריים של חל"כ הנו ברמה הצבאית הטקטית.

לאור הניסיון, שנרכש במהלך מלחמת העולם הראשונה, החלו צבאות שונים, לגבש דוקטרינות לגבי אופני שימוש אפשריים בנשק הכימי. דוקטרינות אלה הורחבו, והותאמו לסוגי חומרי הלחימה הכימיים החדשים שפותחו בתקופה שבין שתי מלחמות העולם ואחריה. ככל הקשור ללחימה יבשתית נלמד בצבאות שונים<sup>5</sup> כי הפעלת נשק כימי יכולה להשתלב בתכנון התקפי למספר מטורות:

- ריכוך עמדות אויב,
- נטרול ריכוזי ארטילריה של האויב.
- שימוש בחל"כ עמיד על מנת לחסום שטחים, המוחזקים ע"י האויב, ואשר אין כוונה לתקוף אותם.\*
- הגנה על אגפיו של כוח מתקדם, באמצעות חל"כ עמיד.\*\*

\* שיטה זו פותחה ע"י הגרמנים, במלחמת העולם הראשונה, בסיוע חל"כ חרדל.  
\*\* למטרה זו פוזר גז חרדל, ע"י האיטלקים, במהלך פלישתם לאתיופיה.

כלשהי, וההתדרדרות עלולה להיות מהירה וחסרת מעצורים.

#### אופן ההפעלה

נשק אב"כ נתפס ע"י רבים כאמצעי לחימה עתידי, שנועד להחליף את כלי ההרס הקונבנציונאליים, ולהכריע עימור-תים ומערכות קרב בכוח האפשרויות הלא-מוגבלות, הטמונות בו. תפיסה זו מוטעת לחלוטין. נשק אב"כ אינו כל יכול. לאור מגבלות השימוש בו, מחד גיסא, ויכולת ההתגוננות בפני השפעותיו, מאידך גיסא אין כל הצדקה לראות בו תחליף לנשק הקונבנציונאלי, אלא אמצעי התקפי נוסף, שיש לנצל בצורה מושכלת, בשילוב עם הנשק הקונבנציונאלי — תוך הפקת מרב היתרונות מכל אחד מהם. משום כך אין לצפות שבעתיד תלכש המלחמה צורה של מלחמת אב"כ מובהקת. הנכון הוא להיערך לקראת מלחמה קונבנציונאלית, שנשק אב"כ ישולב בה ויוסיף לה ממד אחד נוסף.

#### שילוב מרכיבי אב"כ ונשק קונבנציונאלי

הפעלת נשק אב"כ עשויה להשתלב בלחימה קונבנציונאלית לשלביה השונים (עוד בטרם מתפתח עימות פוליטי לכדי מלחמה גלויה; כמכת הפתעה בשלבי הפתיחה של המלחמה; כאמל"ח נוסף תוך כדי ניהול הקרבות; כצעד של נטילת יזמה לתנופה מחודשת במצבי קיפאון צבאיים; כצעד של ייאוש בטרם סיום המערכה וכו'). נשק זה יכול להיות מופעל ברמה האסטרטגית וברמה הטקטית תוך ניצול תכונותיהם המיוחדות של החל"כ, החל"ב והנשק הגרעיני, ובהתחשב בהיקף המטרות המותקפות, בפגיעותן ובחשיבות הישרדותן ברמה הלאומית והצבאית.

השימוש בנשק כימי, בשילוב עם נשק קונבנציונאלי (לדוגמה בסיוע אש לפעיל-לות התקפית) עשוי להגדיל את יעילותו של כל אחד מהם. הודגם בעבר<sup>4</sup> כי חמרי לחימה כימיים מטרידים יכולים להגדיל את יעילותה של אש קונבנציונאלית, המכוונת כנגד כוחות מחופרים, אך לא

• משך הישרדותם הארוך של חומרי לחימה שונים, וסיכוייהם המתמשכים, מחייבים את המתגונן הפוטנציאלי להקים מערכי טיהור, שיוכלו להתמודד עם סיכוני הזיהום, שעלול להיגרם לגוף האדם (במקרה של זיהום רדיואקטיבי יידרש טיהור גם אם הזיהום אינו צפוי לבא במגע, אלא רק נמצא סמוך לגוף). תחום התגוננותי זה לא קיים כלל כשמדובר בלוחמה קונבנציונאלית.

• השפעותיו של נשק אב"כ אינן מסת-יימות בשלבי הפעלתו וההתגוננות המיי-דית בפניו, אלא מתמשכות גם בשלבי ההתאוששות והשיקום ולעתים על פני שנים רבות.

גם בלוחמה קונבנציונאלית נדרשת היערכות לשיקום, אך משקלה היחסי גדול הרבה יותר בעקבות תקיפה של מטרות אסטרטגיות בנשק אטומי, ביולוגי או כימי (זאת עקב ייחודן של השפעות הנשק אב"כ בכל הקשור לממדי הפגיעה ולאור פיה המתמשך).

למרות יתרונותיו הרי גם לנשק אב"כ מגבלות משלו. אחת החשובות שבהן הנה הקושי לחזות את תוצאות ההתקפה. קושי זה מתחזק בשל אי הכרת המיגון של הצד המותקף, והאפשרות של חומרי הלחימה הביולוגיים לגרום למגפה, מקשה עוד יותר על תיחום אזור הפגיעה הצפוי.

אי ודאות זו עלולה לגרום למתקף להחטיא מטרות שבהן התכוון לפגוע או לחלופין לפגוע באזורים, שבהם לא היה מעוניין לגעת לרעה. באופן כזה יכולה להיפגע האוכלוסייה הנמצאת במקומות סמוכים למתקנים צבאיים גם אם אין כוונה לפגוע בה. באופן קיצוני יש להביא בחשבון גם מקרים שבהם עלול המתקף עצמו (או כוחות ידיוותיים לו) להיחשף לתוצאותיה של ההתקפה, שהוא עצמו תכנן והוציא אל הפועל. גורמים ושיקולים אלה מקשים על תכנון התקיפה באמל"ח אב"כ, ומפחיתים מן האטרקטיביות שלה.

גורם חשוב נוסף, המהווה אבן נגף בשימוש בנשק אב"כ כאמצעי לפתרון עימותים, הוא הגורם הפוליטי. גורם זה נזוין מן "החידוש האימנטי" של השפעות הנשק אב"כ ושתי פנים לו: אילווצים מדי-ניים, שיחייבו את התוקף לעמוד מול לחצים וגינויים של מדינות וארגונים בינלאומיים, אם ישתמש בנשק אב"כ, והסתכנות בתגובה צבאית של הצד המותקף (תתכן אף תגובה בהיקף נרחב יותר מן ההתקפה הראשונה, והסלמה של קרבות מקומיים לכדי מערכה אסטרטגית נרחבת). שיקולים אלה יתבטלו כאמור לאחר שיופעל לראשונה נשק אב"כ בזירה

- שימוש בחל"כ עמיד, על מנת לכתר זרובות, המוחזקות בשטחו האחורי של האויב, או כדי להגביל את תנועתן קדימה.
- שימוש בחל"כ עמיד על מנת לחסום את קווי הנסיגה של האויב.\*

באופן דומה ניתן להשתמש בנשק כימי בהגנה, להעסקת ריכוזי כוחות של האויב, בהתארגנות לקראת התקפה; לנטרול ארטילריה של האויב; לזיהום שטחים שפוננו במהלך נסיגת הכוח.

אחד מייעודיו של הנשק הכימי הוא לחסל, או להוציא מכלל פעולה היעדר כויות אויב, בקנה מידה קטן או גדול יר-תר (תוך שימוש במנות גדולות, תוך פרקי זמן קצרים, במגמה להפתיע את האויב, ולמנוע ממנו את האפשרות לנקוט אמצעי התגוננות מתאימים). שיטה זו נק-טו הבריטים במלחמת העולם הראשונה. במקביל לפיזור חומרי לחימה כימיים,

במטרה ליצור קצב נפגעים גבוה, או למנוע מן האויב שימוש במתקנים או בשטחי קרקע חיוניים, פיתח הנשק הכימי אופציות נוספות, כגון הטרת כוחות (בסיוע קטן של כלים היורים באופן ספורדי). שימוש מעין זה בחל"כ מחייב את המתגונן להשתמש במסכות אישיות, ובציוד מגן אחר, המקטין את יעילותו המבצעית הכוללת. שימוש חריג אך אפשרי בחל"כ הוא פיזור חומר נדיף על הכוח התוקף עצמו (או על כוחות יד-דור-תיים לו) בשעה שהוא מותקף (קונבנציר-נאלית) מטווח קצר, ע"י אויב חסר מיגון. שימוש זה מתאפשר הודות לאפשרות להשיג רמת מיגון כמעט מלאה בהתרעה מתאימה.

נוסף על השימוש בחומרי לחימה כימיים על מנת לפגוע באדם, הוכרה כבר בעבר יעילותם של חומרים קוטלי צמחים, לשם הריסת גידולי מזון, או להשרת עלי עצים (שימוש נרחב בחל"כים אלה נעשה ע"י הצבא האמריקני בג'ונגלים של ויאט-נאם).

### אב"כ כנשק אסטרטגי

תכונותיו של נשק אב"כ הופכות אותו לכלי התקפי בעל חשיבות אסטרטגית ראשונה במעלה, וחשובים במיוחד כאן הם הנשק האטומי והביולוגי. ריכוזי אוכ-לוסייה, מתקני תשתית, ומערכי שליטה ובקרה של המדינה הם בין המטרות האסטרטגיות המועדות לתקיפה באמל"ח זה. קיומו של ארסנל אטומי, ביולוגי וכימי בידי צבאות יכול להשפיע על אופן קבלת

אנשים (כתנאים מטאורולוגיים מתאימים) עד למרחק של 100 ק"מ במורד הרוח. האנשים שייפגעו יסבלו מקשיי נשימה, כאבי עיניים וקשיי ראייה. בטווח של 50 ק"מ יוצאו אנשים מכלל פעולה למשך מספר ימים, ובטווח של 25 ק"מ תהיה הפגיעה קטלנית לאנשים לא מוגנים.

בניסוי של התקפה ביולוגית, שנערך עוד לפני כ-30 שנה בארה"ב שייטה אניה במקביל לחוף, במרחק של כ-5 ק"מ ממנו. תוך כדי שיוט, שוחררה מן האניה כמות בת 500 ליטר מדמה חל"כ.\* לאורך מסלול בן כ-3 ק"מ. כיוון השיוט היה מאונך לכיוון הרוח, ותנאי מזג האוויר היו נוחים לפיזור ולנשיאת החל"כ. השטח שכוסה ביעילות, כתוצאה משחרור החל"כ עלה על 250 קמ"ר (חדירה אפק-טיבית של החל"כ לתוך היבשה, בעומק ממוצע של למעלה מ-80 ק"מ).

ההחלטות על ידם, וע"י יריביהם לעימות, עוד בטרם פורצות פעולות האיבה הג-לויות. האיום של הפעלת נשק אב"כ ימ-שיך להטיל את צילו, במהלך המלחמה עצמה, ויגיע לשיאו עם הפעלת הנשק, הלכה למעשה.

כמדדים חשובים, גם אם לא יחידים, לערכם האסטרטגי של איום והתקפה, משמשים: אפיוני המטרה המותקפת, וגודל השטח המוכה (או צפוי להיות מוכה) במהלך ההתקפה. בהקשר זה, בוצעו מערכות השוואתיות של התקפות היפותטיות על אוכלוסייה לא מוגנת, באמצעות נשק אטומי, ביולוגי, או כימי, הניתן לנשיאה ע"י מפציץ אסטרטגי בודד.<sup>6</sup> בהתאם להערכות אלה יהיה השטח המוכה: במקרה של נשק כימי (15 טון חל"כ עצבים) — עד 60 קמ"ר; במקרה של נשק גרעיני (פצצה בעצמה בת



הצוללת האמריקנית "סקייט" שנהרסה בפיצוץ הגרעיני התת ימי באיי ביקיני

תוצאותיה הצפויות של התקפה גרעי-נית על מטרה אסטרטגית כעיר גדולה, ניתנות להערכה באמצעות הממצאים שנלקטו בערי יפן, בעקבות הפלת הפצ-צות הגרעיניות על הירושימה ונאגאסקי במלחמת העולם השנייה, או ממחקרים אשר בוחנים את תוצאותיהן הצפויות של הפצצות גרמניות על ערים גדולות כמערב או במזרח. פצצת הירושימה השקולה ל-13 אלף טון T.N.T. גרמה למותם של כ-70 אלף מתוך 245 אלף תושבי העיר והרסה כשני שלישים מכלל הבניינים

1 מגטון\*) — עד 300 קמ"ר; במקרה של נשק ביולוגי (10 טון) — עד 100,000 קמ"ר. גם אם מספרים אלה מקורבים בלבד, הם נותנים מושג לגבי סדר הגודל של ממדי הפגיעה הצפויה.

את משמעותיותהן האסטרטגיות של התקפות כימיות, ביולוגיות וגרעיניות ניתן להמחיש גם בעזרת הדוגמאות הבאות: בהתקפה כימית באמצעות חל"כ עצבים נדיף — סריץ — המפוזר על מטרה בשטח של 1 קמ"ר צפויים להיפגע

\* פצצה גרעינית בעצמה של 1 מגטון שקולה, מבחינת שחרור האנרגיה, למיליון טונות חנ"מ (או לכ-50 פצצות מסוג אלה שהוטלו על ערי יפן במלחמת העולם השנייה).

\* מדמה (סימולנט) חל"כ הוא חומר ביולוגי, בעל תכונות דומות לחל"כ, להוציא השפעותיו השל-ליות על הגוף.

\* הכוחות היפניים נעזרו בשיטה זו במלחמתם נגד סין.



שבעיר. מספר הפצועים (פגועי כוויות, הדף וקרינה) היה דומה למספר ההרוגים. מתוך 150 הרופאים שבעיר נהרגו 65, ומרבית הנותרים היו פצועים. מתוך 1780 האחיות מתו או נפגעו קשה 1654.<sup>7</sup> תמונת מצב זו מתאימה לעצמת פיצוץ קטנה יחסית (13 קילוטון) ואין היא כוללת, אלא את פגועי האפקטים המידיים. \* אלא שגם לנפולת הרדירי אקטיבית משמעותיות אסטרטגיות ש- עיקריהן: הגדלה ניכרת של מספר נפגעי הפיצוץ; הגדלת השטח המוכה (בסדר גודל, ויותר); תוספת ממד הזמן לאפיוני הפגיעה (אפשרות זיהום שטחים ומתקני ניס, ברמה מסוכנת, לפרקי זמן של שבועות, חודשים ויותר); והגדלת מורכבות הבעיות, הכרוכות בשיקום וחזרה לחיי שגרה.

### התגוננות אב"כ

השימוש המסיבי הראשון בנשק הכימי, במלחמת העולם הראשונה, גרר, כמעט באורח מידי, פיתוח מזורו של אמצעי התגוננות נגדו. בתחילתם היו אלה אמצעים מאולתרים שנועדו לסנן את החל"כ, בדרכו למערכת הנשימה. עם חלוף הזמן הלכו אמצעי התגוננות והשתכללו, אך גם היום, בשנות ה-80, הסינון הפיסיקלי והכימי (האישי והקולקטיבי) הנו אחד מעמודי התווך של ההיערכות התגוננתית תחת נגד חומרי לחימה כימיים. מאז תום מלחמת העולם הראשונה, צועדים מערכי הפיתוח ההתקפיים וההתגוננתיים בתחום הנשק אב"כ יד ביד: לכל נשק מפותח אמצעי הגנה ובעקבותיו מפותח נשק התקפי מתוחכם יותר. ההיערכות ההתגוננתית בתחום הנשק אב"כ ניתנת לתכנון וליישום בשני מגזרים נפרדים (הצבאי והאזרחי) עם קורלציה מתאימה ביניהם.

### יעדים ומטלות

ההיערכות ההתגוננתית של צבאות בתחום הנשק אב"כ נובעת מן הצרכים המיוחדים, הנקבעים ע"י אפיוני הנשק, צרכים אלה, כשהם מנווטים ע"י יעדי התגוננות, מאפשרים לנסח שורת מטלות, המנחות את מתכנניו ומקימיו של מערך התגוננות. עיקרה של התגוננות נגד נשק אב"כ היא: הישרדות של המגזר המתגונן ושמירת יכולתו המבצעית. המטלות הנגזרות מיעדים אלה ניתנות להכללה במישורים אחדים:

**קידום התקפה** בהיערכות התגוננתית אופטימלית, בזמן אמיתי.

**מיגון מרכיבי בעת ההתקפה**, ולאחריה. **הערכת מצב** מדויקת ומעודכנת. **קיומה של מערכת שליטה ובקרה** נאותה.

**תפקוד מבצעי** אופטימלי תחת איום אב"כ, ולאחר מימוש.

**טיפול רפואי טוב** בנפגעי ההתקפה. **חיסול תוצאות ההתקפה**, וחזרה מהירה וחלקה לשגרה המבצעית.

### מרכיבי מערך התגוננות

במערך התגוננות כנגד הנשק אב"כ מרכיבים אחדים, חלקם משותפים לשלושת סוגי הנשק (אטומי, ביולוגי וכימי) והאחרים ייחודיים לאחד או שניים מהם. \* תכליתו של המערך היא לאפשר לכוח המתגונן להמשיך ולבצע בצורה אופטימלית את משימותיו הרגילות, תחת איום אב"כ (טרם הפעלתו), ובתנאים המיוחדים הנוצרים לאחר מימושו של האיום. מרכיבי המערך מוצאים ביטוי ברמת הפרט, ברמת היחידה, וברמה הארצית הכוללת, בדגשים שונים, כפי שיפורט בקצרה להלן:

#### תכנון מבצעי

כפועל יוצא מן ההנחה העקרונית שנשק אב"כ יופעל בתנאי זירה מתאימים, בשיר לוב עם אמצעים קונבנציונאליים, במהלך המערכה הכוללת, יש להוסיף, בכל אחד משלבי המלחמה הקונבנציונאלית את יכולתו של האויב, ואת כוונותיו בתחום הנשק אב"כ כחלק בלתי נפרד מן השיקולים המכתיבים את דרכי הפעולה האפשרית של המתגונן. שילוב האיום בעבודת המטה, בשלבי המחשבה והתכנון המבצעי הוא תנאי להקניית כושר ספיגה לכוח המותקף בפני התקפת אב"כ, מבלי לפגוע ביכולת פעולתו המבצעית.

#### התרעה — הערכת סיכונים

אמצעי התגוננות שהוכנו, ותורות שגובשו יהיו כחזקת ברכה לבטלה, אם לא יישמו בשעה הנכונה בשדה הקרב. התנאי העיקרי לכך הוא קיומו של מערך אמין להתרעה ולאזעקה בזמן אמיתי. ההתרעה בפני התקפת אב"כ מתגבשת באופן דומה להתרעה "קונבנציונאלית". עם זאת, עיקר ייחודו של מערך ההתרעה בתחום האב"כ בא לידי ביטוי בשעת ההתקפה ולאחריה בניסיון להעריך, על

סמך תוצאות נצפות, את השפעותיה החזיות של ההתקפה.

משמעותה של התרעה כימית ביולוגית ברמת הפרט — הנה להסב את תשומת לבם של המועדים לפיגוע לסימני נוכחות חל"כ או חל"ב, או לסימני פגיעתם (ברגע הפיצוץ הגרעיני — אין מקום להתרעה ברמת הפרט).

היקף הצרכים והאפשרויות גדל ברמת היחידה, כאשר מערכים ייעודיים להתרעה, להערכת סיכונים ולדיווח מופעלים לצורך אזרת יחידות שכנות ומרוחקות, הנמצאות במורד הרוח, בדבר סיכון מתמשך מענני חל"כ (נדף), חל"ב או נפולת רדיואקטיבית.

#### מיגון

מיגון אישי. ייעודו של המיגון הוא למנוע חשיפה של אדם (וציוד) להשפעותיהם של חל"כ, חל"ב ופיצוץ גרעיני. צרכי המיגון, נובעים מאופן החשיפה של הגוף להשפעות אב"כ ומאפיוניהם הכימיים, הפיסיקליים והביולוגיים האחרים (כשההבדלים ביניהם רבים לעתים מן המשותף).

חומרי לחימה כימיים נדיפים חודרים לגוף בדרכי הנשימה. סינון ארוסולי וגזי של חומרי לחימה כימיים מושג באמצעות מסננים פיסיקליים (מכניים) וכימיים. המותקנים במסכה האישית או במערכות מיגון קולקטיביות.\*

מצד שני, עיקר חומרי הלחימה הכימיים העמידים מסוכנים בעיקר בבואם במגע עם העור. ביגוד מגן מתוכנן היטב נותן תשובה (אפילו ארעית) לסיכון זה. התגוננות בפני חומרי לחימה "דו-תכליתיים", כגון אדי חרדל, מחייבת שימוש בערכת מיגון מלאה, המגנה על מערכת הנשימה והעור כאחת.

אפשרויות הפיזור והפגיעה של חומרי לחימה ביולוגיים נופלות מאלה של חומרי הלחימה הכימיים. סיכונם העיקרי הוא בחדירתם לדרכי הנשימה כארוסולים (ולא במגע עם העור החיצוני). הגנה על דרכי הנשימה באמצעות סינון פיסיקלי בלבד, די בה בכדי להבטיח מיגון ביולוגי נאות (ללא כל צורך בכגד מגן דוגמת הבגד הכימי).

מבין השפעותיו המידיות של הפיצוץ הגרעיני ניתן להתגונן רק נגד קרינת החום באמצעות ערכת מיגון אישית. על הבגד במקרה כזה להיות בעל כושר בידוד תרמי (להגנה על הלוכש) ובעל עמידות תרמית (להישרדות הבגד עצמו). לא ניתן להקטין

\* אמצעי אלטרנטיבי למיגון דרכי הנשימה הוא הספקת אוויר נקי ממכלי לחץ מיוחדים.

\* מערך התגוננות המתואר כאן כולל רק את מרכיבי התגוננות הפסיבית, ואינו דן בהתגוננות אקטיבית, ובהתרעה, כאמצעים לאי מימוש האיום.

\* הפיצוץ כהירושימה ובנאגאסקי נערכו בגובה כזה, שלא גרמו ליצירת נפולה רדיואקטיבית ברמה טקטית משמעותית.

כאמצעים אלה את השפעות גל ההדף והקרינה הגרעינית. במקרים אלה ניתן להתגונן, רק ע"י שהות במחסות מתאי-מים, תוך הסתייעות באדמה ובבטון (במחסות סטטיים), כפלדה (בתוך רק"ם) וכיוצא באלה. (תחום זה של מיגון אב"כ הנו היחיד, שיש לו הקבלה מסוימת בלוחמה הקונבנציונלית). הנפולת הרד-יואקטיבית דומה לחומרי לחימה ביולוגיים באופן שבו היא חודרת לגוף (די בסינון מכני, על מנת לעצור את חלקיקי הנפולת הננשמים). עם זאת, זיהום הנפולת מוסיף ומסכן את הגוף, גם כשאינו נוגע בו (עקב פליטת קרינה שיר-רית). בגד המגן, אפילו האטום ביותר, אינו מגן נגד הקרינה החיצונית, אך יכול לסייע למנוע חדירת זיהום לגוף (דרך חתכים בעור, למשל).

ערכת מגן — צרכים ואילוצים. המיגון הכימי הנו כאמור צוואר הבקבוק בין זיהומי אב"כ השונים (חל"כ, חל"ב וז"י הומי נפולת). פריטי המיגון העיקריים נגד הנשק הכימי הם ברמת הפרט, המסכה האישית ובגד המגן. בין מגוון הבגדים המיועדים לשימוש נמצאים בגדים אטום מים לחלוטין (עם אוורור ומיזוג אוויר, או בלעדיהם) ובגדים שעברו טיפול אימפר-גנציה עם חומר סופח (פחם פעיל). כן מקובלים בשימוש, למטרות ספציפיות: שכמיית מגן, כפפות ומגפיים (או כיסויי נעליים) בעלי אפיונים מיוחדים.

כאשר מתכננים ערכות מגן אישיות, וקובעים תורות לשימושן היעיל, יש להביא בחשבון, לצד דרישות המיגון גם גורמים נוספים, וביניהם: השפעות פיסור-לוגיות (התחממות הגוף והצטברות נוזלים), מועקה פסיכולוגית ומגבלות מבצעיות (פגיעה ביכולת התפקוד הסדיר), הנובעים משהיה ממושכת בער-כות אלו. בחירת סוגי המיגון האישי בכל מקרה, כרוכה במציאת האיזון המתאים בין צרכי המיגון, והאילוצים הפיסיולוגיים, הפסיכולוגיים והמבצעיים.

### גילוי, זיהוי וניטור

מערכי הגילוי והזיהוי הכימי והביולוגי, והניטור הרדיולוגי באים להשלים את ממצאי הערכת הסיכונים, ולספק לדרג מקבלי החלטות מידע חיוני בדבר תמונת המצב המעודכנת. למערכים אלה אין כל הקבלה כשמדובר בלוחמה הקונבנציונלית, שכן תפקידם לתאר את ההשפעות השיוריות והייחודיות של התקפת אב"כ. מושאי הגילוי, הזיהוי והניטור העיקריים הם: גוף האדם (ולבושו), ציוד אישי ויחידתי (לרבות רכב ורק"ם), מתקנים

חיוניים, שטחי קרקע וצירי תנועה בעלי ערך מבצעי. פעילות ספציפית וחשובה בתחום זה הנה גילוי מוקדם (ידני ו/או אוטומטי) של נוכחות חומר לחימה כימי, ביולוגי או נפולת באוויר, או על הקרקע, לצורך התרעה מידית. עוד מוטל על מערך הגילוי, הזיהוי והניטור לתחום תחום אזורי סיכון, ולתת "הכשר" לשטחים וצירי רים נקיים; לקבוע את סוג הזיהום והקרינה ורמתם ואת משך הישרדותם, לשם קבלת החלטות מבצעיות (כגון: כניסה מידית או מושהית לשטח המזוהם, אופן השהייה בו, צורך בטיהור ואופן ביצועו, היערכות רפואית וכו').

לבקר זיהום של אנשים וציוד, ביציאתם משטח מזוהם.

להתיר להוריד מסכות (לאחר אזעקת שווא, או התקפה בפועל).

לבחון את יעילות הטיהור.

תחום הגילוי והזיהוי הביולוגי הנו הסבוך בין תחומי הנשק אב"כ. הדבר נובע מן הרגישות הרבה הנדרשת מאמצעי הגילוי והזיהוי (עקב יכולת הפגיעה של ריכוזי חל"ב זעירים) ודרגת אמינות קשה להשגה (עקב נוכחות גורמים ביולוגיים שונים באוויר, באופן טבעי). כתוצאה מכך יהיו הגילוי והזיהוי הביולוגיים במקרים רבים, גילוי וזיהוי קליניים, המתבססים על סימני המחלה, לכשיופיעו.

### טיהור

פעילות הטיהור מיועדת לטפל בזיהום הכימי, הביולוגי או הרדיואקטיבי, במגמה להקטין את סיכוניו בקרב המגור המתגונן, גם למרכיב זה של מערך התגוננות נגד נשק אב"כ אין אלמנט מקביל בלחימה הקונבנציונלית. החשוב מבין הגופים שיש לטהרם הוא גוף האדם. פריטי ציוד, רכב ורק"ם, מתקנים וצירי תנועה יטוהרו רק אם יזוהמו במידה שתמנע את השימוש בהם ולא ניתן יהיה למצוא להם תחליף. צרכי הטיהור ואופן ביצועו תלויים בין השאר גם בסוג הזיהום, חומרי לחימה כימיים נדיפים וחומרי לחימה ביולוגיים למיניהם נכחדים באורח טבעי זמן קצר לאחר שפוזרו, משום כך אין צורך לטהרם. לעומת זאת, חל"כ בעל עמידות גבוהה יותר, או חומרים רדיואקטיביים עלולים לחייב בתנאים מסוימים, טיהור מצומצם או נרחב. האמצעים הדרושים לטיהור מקיף של חל"כ, או של זיהום רדיואקטיבי הנם רבים ומורכבים. הלוגיסטיקה המסובכת ומשכי הזמן הארוכים הנדרשים בפעילות טיהור על-ידי הדרג הייעודי (אף למשימות מצומצמות באופן יחסי) מונעים אפשרות של הפעלתו לכל

מטרה, ומכתיבים את העיקרון התורתי הבא: במהלך הקרב יטוהרו אנשים וכלים בדרג האישי והיחידתי בלבד (בסיוע אמצעי הטיהור שברשותם). קרב לא ייפסק בשל זיהום כלים ובשל המתנה לטיהורם ע"י הדרג הייעודי. המשך הלחימה, במיגון מתאים, הוא יסוד תורת התגוננות אב"כ, בהקשר זה.

טיהור יסודי של הרק"ם, באמצעות המערך הייעודי יבוצע בשלב הרענון בין קרבות, כחלק משיקום הכלים, והחזרתם לכשירות מבצעית. נוסף על מטלה זו יתן הדרג הייעודי פתרונות בתחומים הכרויים, שהנם מעל ליכולתו של הדרג הלוחם (כגון פתיחת צירים מוזהמים חירניים למעבר דרגים). עם זאת חייבים הכרוחות הלוחמים להכיר את מגבלות יכולתו של הדרג הייעודי, ולתת תשומות מהירות לבעיות אב"כ מזדמנות, בכוחותיהם שלהם.

### היערכות רפואית

תפקידו של המערך הרפואי בכל הקשור באב"כ הוא לטפל בנפגעים במגמה להשיב איר בחיים חלק גדול ככל האפשר מן

חיילים שנפגעו בהתקפות גז במלחמת העולם הראשונה, ממתינים לטיפול



יש השפעה שלילית, ונטילתם עלולה להור-  
ציה אדם מכלל פעולה, אף ללא כל פגיעה  
בחל"כ.

### יסודות המוכנות להתגוננות

הקמתו של מערך להתגוננות אב"כ והק-  
ניית כושר תפקודי מבצעי למרכיבי השר-  
נים, כרוכים בשילובם של יסודות אחדים,  
הבונים את המוכנות להתגוננות  
הנאותה. החשובים ביסודות אלה הם:  
גיבוש תורות התגוננות, ויישומן בפקוד-  
ות; פיתוח אמצעים והצטיידות; ארגון  
מערך התגוננות; הדרכה ואימונים ובקרה  
שוטפת.

יסודות אלה חשובים גם בלוחמה הקר-  
ובנציונאלית אך לשניים מהם נודעת חשי-  
בות יתרה, כשמדובר בלוחמת אב"כ:  
האחד — גיבוש תפיסה תורתית כוללת  
והשני — הדרכה ואימונים.

### תפיסה תורתית כוללת

ביסודה של תורת התגוננות נגד נשק  
אב"כ מונחים מספר עקרונות יסודיים. אחד  
החשובים שבהם הוא כי בנושא הטיהור  
אל לה ליחידה להסתמך על הדרג הייעודי  
בשעת הקרב. עיקרון זה, כשהוא מוכלל  
לכל מרכיבי מערך התגוננות אב"כ  
מכתיב את פרטי התורה, והפקודות הנגז-  
רות ממנה: יחידה תמשיך לבצע את משי-  
מותיה גם בתנאי אב"כ. הביצוע יושבת,  
בראש וראשונה, על היכולת להתגוננותית  
של הפרט והיחידה, בלבד. הדרג הייעודי  
אינו בנוי לתת תשוכות לבעיות מידיות  
(ורבות מן הבעיות בלוחמת אב"כ הן  
מידיות, לעתים בטווחי זמן של שניות  
ודקות). הדרג הייעודי הנו דרג מסייע  
בלבד, על כל המשמעות הנלוות לכך,  
מבחינת מרחב זמן.

כהשלמה לתפיסה זו יש להבין כי את  
נושא האב"כ אין לסווג בין תחומי הפעיר-  
לות הספציפיים, שמטפלים בהם גורמים  
וחילות מקצועיים, אלה או אחרים. \* נשק  
אב"כ, אם יופעל, ישפיע מידית על שדה  
המערכה (אף מעבר לתחום השפעותיהם  
של האפקטים הישירים). השפעתו תהיה  
בעת ובעונה אחת על כל הדרגים, הרמות  
והחילות. כהרף עין יהפוך נושא זה לנתון  
נוסף ומשמעותי, שישפיע יחד עם הנתון-  
נים הקונבנציונאליים הקלסיים, על כל  
תכנון וכל ביצוע בשדה הקרב. לא ניתן  
לצפות לקבלת פתרונות מבצעיים מהירים  
בלוחמת אב"כ ע"י דרג מקצועי-חילי

ובמקרה של התקפה גרעינית ייהרס אף  
חלק ניכר מן התשתית הרפואית, הנמצאת  
בתחום השפעותיהם של האפקטים המי-  
דיים. אפשרות זיהומם של מתקנים וציוד  
רפואי בחל"כ, בחל"ב או בחומרים רדיו-  
אקטיביים מהווה בעיה נוספת וייחודית  
ללוחמת אב"כ.

התקפת אב"כ עלולה לשבש סדרים  
חברתיים ולהביא להתנהגות לא מבוקרת  
של האוכלוסייה, להשפעות פסיכולוגיות  
המוניות ולאפשרויות להתפתחות אפיד-  
מית. אלה מסבכים את תפקוד המערכת  
הרפואית עוד יותר. תמונת מצב זו עלולה  
להתפתח כבר במישור ההיפגעות הטק-  
טית, אך תוחמר שבעתיים לאחר התקפה  
בקנה מידה אסטרטגי, על מגזרי אוכלו-  
סייה נרחבים.

ההיערכות הרפואית בלוחמת אב"כ  
מבוססת על מערכי טיפול ברמת הפרט  
(עזרה ראשונה כללית וייעודית), ברמת  
היחידה וברמה הארצית. בחלקה הקטן  
היא כוללת אלמנט של טיפול מונע, אך  
בעיקרה היא מושתתת על טיפול מרפא  
(בחלקו סימפטומטי). לחלק מאמצעי  
הריפוי (כגון אנטידוטים לחל"כ עצבים)

המגזר המתגונן. שתי פנים לקידום הנושא  
הרפואי: פיתוח שיטות ואמצעים לשיפור  
הטיפול בנפגעי אב"כ, לסוגיהם, וארגון  
מערך לפינוי, לטיפול ולהחלמה, שיתפקד  
ביעילות האפשרית.

היקף המערך הרפואי הנדרש במקרה  
של לוחמת אב"כ (ובמיוחד אם יופעל  
נשק ביולוגי וגרעיני) עולה בסדרי גודל  
על מערך הרפואה, המיועד לענות על  
צרכי שדה הקרב הקונבנציונאלי. מספר  
הנפגעים, ואופני ההיפגעות המגוונים  
צורכים משאבי כוח אדם, מתקנים וציוד  
רפואי כה רבים, החורגים ממסגרת האפ-  
שרויות של מדינות רבות בעולם. קביעת  
עדיפויות וקדימויות לטיפול רפואי הנה,  
על כן, הכרח ראשוני, בתכנון מערך זה.  
בעיית מיון הנפגעים בלוחמת אב"כ  
מורכבת וקשה מזו המוטלת על המערך  
הרפואי במקרה של מלחמה קונבנציונא-  
לית. הדבר נובע בעיקר מן העובדה שנפג-  
עים רבים חסרים סימני מחלה חיצוניים  
המעידים על הפגיעה. זאת ועוד, הסגל  
הרפואי עצמו אינו מחוסן מפני ההיפגעות,  
בדומה לכלל הציבור, בתוכו הוא יושב. \*

\* ראה דוגמה מספרית ממקרה הירושמי, לעיל.



\* להוציא נושאי טיפול מיוחדים, כדוגמת הערכות  
סיכונים יעודיות, הנמצאים בתחומי אחרותם של  
קציני מטה מקצועיים, ברמת היחידה.

## נספחים

### א. חומרי לחימה כימיים

חומרי לחימה כימיים (חל"כים) מיועדים לפגוע באדם, בבעלי חיים או בצמחייה. כבואם במגע עם הגוף הם יוצרים תגובות ביוכימיות מוגדרות, וגורמים להשפעות אופייניות. תכונותיהם הכימיות והפיסיקה ליות של החל"כים עושות אותם מתאימים לשימוש צבאי מבצעי.

את החל"כים מסווגים לפי אופן פגיעתם באדם. הם כוללים שלוש קבוצות עיקריות: חל"כים ממימים; חל"כים מגרים וחל"כים מנטרלים. חל"כים מגרים הם, למשל, חומרי דמע ובחילה. החומרים גורמי ההלוצינציות הם דוגמא אופיינית לחל"כים מנטרלים. חומרי עצבים מבוססים על תרכובות של אורגנוזרחנים (הדור מים לחומרי הדברה, אך רעילים מהם פי כמה). נוסף לרעילותם הגבוהה, הם מצטיינים במהירות השפעה, ביעילות פגיעתם — הן בדרכי הנשימה, והן בחדירה דרך העור. קל לפזר חומרים אלה והם זולים. חלקם נדיפים (למשל סרין) והאחרים עמידים (קבוצת VX). חומר עצבים אחר, הנמצא בשימוש מבצעי — סומן — אינו מצטיין בעמידות גבוהה, אך יש אפשרות להגדיל את צמיגותו באמצעות פולימרים סינטטיים כדי להעלות את מידת עמידותו. חומרי עצבים פועלים על הגוף החי על ידי התקשרותם לאנזים אצטילכולינסטרוז האחראי על פירוק האצטילכולין בגוף. כתוצאה מהתקשרות זו הולך ומצטבר אצטילכולין בקצות העצבים.

סימני הפגיעה בחל"כ עצבים הם: הזעה מוגברת, קשיי ראייה, הקאות, הפרשות לא רצוניות, נזילת ריר, התכווצויות ועייתות, שיתוק ולבסוף — מוות. נשימת גז עצבים גורמת לנטילת היכולת המבצעת תוך שניות, ולמוות תוך דקות אחדות. יעילותם של אנטידוטים נגד חומרי עצבים מוגבלת למדי. שימוש לא נכון בהם עלול להביא לנטילת היכולת המבצעית (ראה גוף המאמר).

קבוצת חומרי הכווייה מיוצגת ע"י חרדל גופריתני — HD. חומר זה הופעל במלחמת העולם הראשונה, והוא עד היום אחד האימים הכימיים החשובים ביותר. תכונותיו של גז החרדל מאפשרות פגיעה בשתי דרכים: חדירה אדי חרדל דרך מערכת הנשימה (כחל"כ בלתי עמיד דוגמת סרין), ובו בזמן, חדירה דרך העור של חרדל נוזלי (כחל"כ עמיד, דוגמת VX). פגיעה אופיינית נוספת על ידי גז חרדל נגרמת כתוצאה מחשיפת העור לאדיו של חל"כ זה.

ביצוע המשימות השוטפות, בתנאי אב"כ. על מנת להגיע לרמות התגוננות גבוהות, כנדרש תחת איום אב"כ, יש למקד את האימונים והתרגולות לפעילות התגוננות להישרדות (ברמת הפרט והיחידה); לתפקוד מבצעי שוטף במיגון אב"כ; ולשילוב נושא האב"כ, על כל היבטיו (טרם התקפה, ולאחריה) בתרגילים יחידתיים ועוצבתיים, בכל הדרכים ובכל הרמות.

רמת אימונים גבוהה (אב"כ וקונבנציונר נאלית במשולב) היא תנאי הכרחי לתפקוד תקין בשעת מבחן.

### סיכום

הפעלת אמל"ח אטומי, ביולוגי או כימי על מדינה, בכל זירה שהיא, מותנית

(כגון חה"ג, בשעת צליחת מכשולים). האב"כ בהקשר זה, הנו תחום על-חילי מובהק, וההתמודדות עם השפעותיו הנה חלק אינהרנטי מפעילותו המבצעית השוטפת של כל חייל, כל מפקד וכל קצין מטה, בתחומי אחריותם.

### הדרכה ואימונים

להקניית ידע וניסיון תרגולי בתחום התגוננות אב"כ נודעת חשיבות יתרה וזאת מסיבות אחדות. ראשית, חסר ניסיון מבצעי של לחימה קודמת בתנאי אב"כ. שנית, מפקדים וחיילים שיהיו בכוננות לספיגת התקפת אב"כ יהיו שרויים בלחץ צים פסיכולוגיים ופסיכולוגיים.

על מנת להדגיש את מידת חשיבותה של רמת האימונים הגבוהה כדאי לציין כי



תלמידי ביו"ס עממי בברה"מ מקבלים הדרכה באב"כ

ביכולת אב"כ התקפית של מדינות העירמות שלה, ובקבלת החלטה מתאימה על ידן. היכולת ההתקפית — קיימת זה מכבר באזורי עימות שונים בעולם, ומתפשטת במהירות לאזורים נוספים. קבלת ההחלטה המבצעית נותרה אפוא, כנצרה יחידה בדרך להפעלת אב"כ.

אין מדינות מחוסנות בפני פתיחת נצרה זו ע"י מדינות או ארגונים עוינים להן. מוכנות התגוננותית מתמדת בתחום האב"כ הנה, על כן, אחד המפתחות החשובים, שבידי מדינות, להתמודד עם איום זה, תוך שמירת האופציות המדיניות והצבאיות שכרשותן.

אם כוח מצויד ומאומן — המוציא (או מקבל) התרעה בזמן אמיתי, וחובש מסכור-חיו תוך כ-15 שניות יותקף בחל"כ עצבים יגרמו לו כ-25% נפגעים, כתוצאה מנשימת מנות ממותות של חל"כ בפרק הזמן הקצר, טרם חבישת המסכות. שיעור הנפגעים בקרב כוח לא מאומן (בין אם מצויד כהלכה, או לא) בהתגוננות מידית כמעט ואינו מוגבל ומוערך בכ-80% לצרכי תכנון.

נוסף על מיומנות גבוהה בתחום התגוננות הפרט, נדרשת אף יכולת ביצוע טובה ברמת היחידה. יכולת זו מיועדת לאפשר לכוח המתגונן — רמת הישרדות גבוהה, וכושר תפעולי מבצעי להמשך

השפעותיו העיקריות של גז החרדל הן: פגיעה בעיניים (עיורון זמני או קבוע), כוויות עזות בריאות ועל הגוף. פגיעת גז החרדל בעור אינה בהכרח קטלנית, אך בו בזמן אין היא רכסיבילית (בניגוד לפגיעתו של חל"כ עצבים, למשל).

פעולתו של גז החרדל הינה מושהית. להרחבת אפשרויות השימוש המבצעי פותח חל"כ כווייה נוסף — פוסגן אוקסי — הפועל מהר יותר על הגוף. חל"כ זה גורם לכאבים מידיים עזים לאחר החשיפה ועשוי למנוע מכוח מאומן לחבוש מסכות מגן. ההבדלים בין החל"כים השונים (בהקשר לכושר עמידותם, אופן חדירתם לגוף, מהירות תגובתם וכו') הינם בעלי חשיבות לגבי הכוח התוקף ולגבי הכוח המתגונן. לפירוט משמעויותיהם של הבדלים אלה — ראה גוף המאמר.

### ב. חומרי לחימה ביולוגיים

חומרי לחימה ביולוגיים (חל"כ) הינם מחוללי מחלות החודרים לגוף האדם (או החיה) וגורמים למחלות. חלק מן המחלות הנגרמות על ידי נשק ביולוגי הן קטלניות, והאחרות — מנטרלות. קיימות שלוש קבוצות עיקריות של גורמי מחלות: חיידקים, נגיפים ורעלנים. החיידקים והנגיפים הם יצורים חיים, המתרבים בהתמדה. לעומתם, הרעלנים הם חומרי רעל, שמקורם ביולוגי (צמחים, חיידקים, או בעלי חיים אחרים), אך אינם לכשלעצמם, חומר חי, ואינם מסוגלים להתרבות (לפיכך יש המסווגים את הרעלנים כחל"כ ולא כחל"ב).

דרך החשיפה העיקרית לחומרי לחימה ביולוגיים היא מערכת הנשימה ולא דרך העור. צורת פיזורם היא בדרך-כלל כארז-סול (תרסיס נוזלי או אבקתי) בתחום הגדלים המתאימים לחדירה בדרכי הנשימה (בסדר גודל של מיקרונים אחדים).

לאחר נשימתם של חיידקים או של נגיפים עליהם להתרבות ברקמות הגוף בטרם יביאו להתפרצות המחלה (שלב הדגירה — אינקובציה). תקופת הדגירה של חל"בים שונים עשויה לארוך בין שעות ועד שבועות אחדים.

רבות מן המחלות הנגרמות על ידי חומרי הלחימה הביולוגיים מוכרות מן הטבע בין שהן פורצות מעת לעת במקומות שונים בעולם (כגון שפעת, דבר) או שהן נכחדו באמצעות תרופות מונעות (כגון אבעבועות שחורות). עם זאת, ניתן לחשוב אף על האפשרות שיפותח זן חדש

ולא מוכר של חיידקים או של נגיפים לשימוש צבאי.

מגפות הפורצות בשל פיזור חומרי לחימה ביולוגיים אינן שונות ממגפות "טבעיות", אם כי לרוב הן חמורות יותר — הן פורצות בכמה מוקדים בעת ובעונה אחת ותוקפות יותר אנשים.

### ג. הפיצוץ הגרעיני

הפיצוץ הגרעיני מבוסס על תהליכי ביקוע ו/או היתוך (מיזוג) של גרעיני אטומים, תוך כדי שחרור אנרגיה גבוהה — מרביתה בפרק זמן קצר מאוד (מסדר גודל של מיליונית השנייה) ויתרתה — במשכי זמן ארוכים. האנרגיה המשתחררת — פנים אחדות לה — חלקה מכנית, חלקה



אחד מנפגעי הפיצוץ בהירושימה — הכובע שחבש הציל חלק מראשו מכוויות

תרמית, וחלקה בצורת קרינה גרעינית. האפקטים העיקריים של הפיצוץ הגרעיני הם: גל הדף (והלם), קרינה תרמית (אור וחום), קרינה גרעינית ודופק (פולס) אלקטרומגנטי (דוא"מ). מרבית האנרגיה של הפיצוץ נישאת ע"י שלושת האפקטים הראשונים, והיא מחולקת ביניהם באופן גס, בהתאם ליחס:  $\frac{1}{2} : \frac{1}{3} : \frac{1}{6}$  בהתאמה.\*

\* חלוקה זו של אנרגיית הפיצוץ אינה זהה למשקל היחסי של כל אפקט ביצירת נפגעים ונוק סביב מוקד הפיצוץ (ראה להלן). חלוקת האנרגיות משתנית בעצמות פיצוץ קטנות (פצצות ופגזים גרעיניים טקטיים) מאחר שבעצמות אלו מרכיב הקרינה הגרעינית גדל בכמותו ובחשיבותו ביחס לאפקטים האחרים.

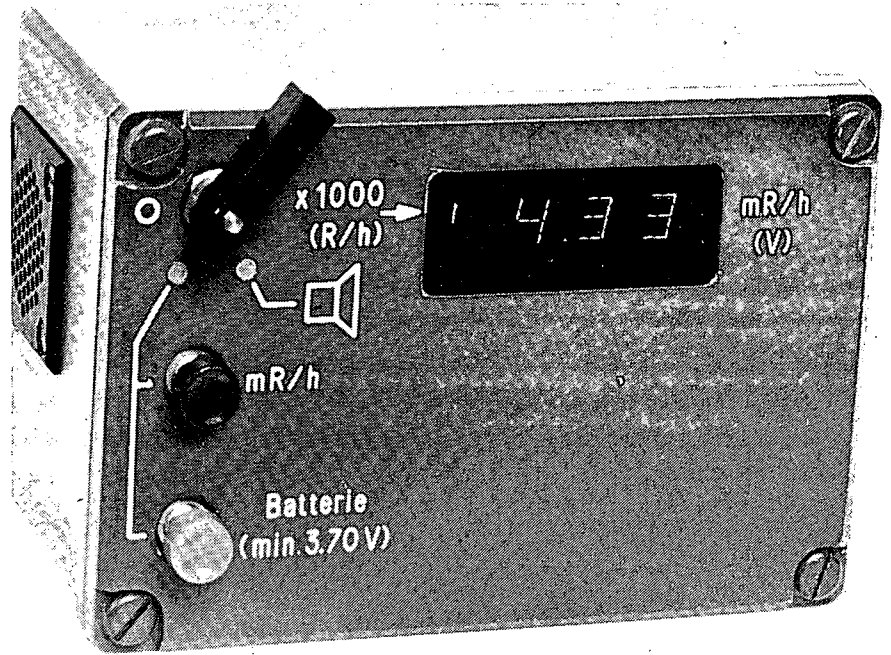
הקרינה הגרעינית נפלטת בחלקה ברגע הפיצוץ וזמן קצר לאחריו (עד דקה לאחר הפיצוץ), ובחלקה הנותר במשך פרקי זמן ארוכים (חודשים ושנים). שני מרכיבים אלה של הקרינה הגרעינית מכונים: קרינה מיידית ושרידית. האפקטים האחרים של הפיצוץ (קרינת אור וחום, גל הדף, דוא"מ) נוצרים ונפלטים מיד לאחר הפיצוץ ומכונים לכן (יחד עם הקרינה הגרעינית ההתחלתית): אפקטים מידיים.

גל ההדף מאופיין בחזית לחץ, המתקדמת באוויר במהירות העולה במעט על מהירות הקול. עם הגעת החזית לנקודה כלשהי, במרחק מוגדר ממוקד הפיצוץ, נצפית בה עליית לחץ מהירה מן הלחץ האטמוספירי ועד לערך שיא. לאחר שהשיג את ערכו המרבי קטן הלחץ בהדרגה, ופוחת אף מתחת ללחץ האטמוספירי ששרר טרם הפיצוץ (תת-לחץ). שינויי הלחץ מסתיימים עם התייצבותו בערכו הרגיל. שינויי הלחץ הסטטי מלווים ברוחות עזות, וקצרות מועד (מסדר גודל של מאות קמ"ש). רוחות אלו מפעילות, ברגע נשיבתן, לחצים דינמיים על כל עצם הנקרה בדרכן.

מטרות שונות מגלות רגישויות שונות לשתי פניו של גל ההדף (על-לחץ סטטי ולחץ דינמי). גוף האדם עמיד, יחסית, בפני הפרשי לחץ סטטיים ועיקר הפגיעות בו הן עקב אפקטים משניים (התמוטטות מכנים והעפת שכרים ונחזים על הגוף, או הטחתו נגד משטחים קשים).

האנרגיה המכנית, המתפשטת בתוך הקרקע, מכנית גל הלם, והוא גורם הפגיעה העיקרי במתקנים תת-קרקעיים ובאנשים השוהים בתוכם. הקרינה התרמית מתפשטת לכל העברים במהירות האור וגורמת לשרפות ולכוויות. הדלקות פורצות בזמנית במוקדים רבים (בהתאם לרמת הקרינה ולסוגי החומרים מסביב למוקד הפיצוץ). תוצאות ההדף (ניתוח צינורות דלק וגז, פריצת צינורות מים וירידת הלחץ ברשת המים העירונית) עלולות להחרין את השפעותיה של קרינת החום באזור בנוי ולהקשות על כל ניסיון להתמודד אתן. בתנאים מסוימים עלולות הדלקות להתפתח לסופת אש ענקית, שתתולל במשך שעות רבות.

השפעותיה של הקרינה התרמית על אדם לא מוגן הן חריפות במיוחד. קרינת האור גורמת לעיורון קבוע או לסנוור זמני (בהתאם למרחק ממוקד הפיצוץ, לכיוון המבט, לתנאים האטמוספיריים ולשעת הפיצוץ — יום/לילה). קרינת החום יוצרת כוויות על עור חשוף (או לא מוגן כהלכה) הן ישירות והן כתוצאה מן



מכשיר שוויצרי מדגם RA-75 להתרעה מפני קרינה רדיואקטיבית. המכשיר המיועד לחיילים ואזרחים קל ופשוט להפעלה

## הערות

1. דניאל מורגנשטרן, הלוחמה הכימית: חיבת פנדורה, כמחנה גל' 4 (10.80).
2. Nerve Gas in the Iraq - Iran War? Foreign Report (4.81).
3. Sabato J.A. et al Atoms for the Third World, Bulletin (3/80).
4. The Problem of Chemical and Biological Warfare, Vol. 2 SIPRI (1973).
5. The Problem of Chemical and Biological Warfare, Vol. 1 SIPRI (1971).
6. The Problem of Chemical and Biological Warfare, Vol. 4 SIPRI (1971).
7. Abrams, H.L. et al, Preventing the Final Epidemic, The Bulletin of the Atomic Scientists (9.80).



הנם תולדה של פגיעה שהתרחשה כבר בשעת החשיפה.

שונה המצב בהקשר לקרינה הגרעינית השרידית. מקורה העיקרי של קרינה זו הנה הנפולת הרדיואקטיבית. \*\* הנפולת מתפזרת על פני שטחים כזיהום רדיואקטיבי (עד למרחקים של עשרות ומאות ק"מ, ואף יותר, ממוקד הפיצוץ). הנפולת מהווה סכנה כפולה לאדם — הקרינה ממקורות שמחוץ לגופו וחדירת זיהום לתוך הגוף (בדרכי הנשימה, העיכול ודרך חתכים בעור). לאחר היציאה מאזור מזהם מסתיימת החשיפה לקרינה חיצונית, אך הזיהום הפנימי ממשיך ומקריין את רקמות הגוף, עד לדעיכתו הפיסיקלית והביולוגית. \*\*\* חשיבותה המיוחדת של הקרינה השרידית, בהשוואה לקרינה הגרעינית ההתחלתית ולשאר האפקטים המידיים, היא, על כן, בשלושה היבטים שונים: טווח התפשטותה, משך הישרדותה, ואפיונה כזיהום הפולט קרינה, והפוגע באמצעותה ברקמה החיה (בין שחדר לתוך הגוף, מונח עליו מבחון, או מצוי בקרבתו). לפירוט אפיונים אלה ומשמעויותיהם — ראה בגוף המאמר.

\*\* נפולת רדיואקטיבית במידה משמעותית נוצרת רק לאחר פיצוצים גרעיניים הנערכים בגובה פני הקרקע, או סמוך להם.  
\*\*\* דעיכה פיסיקלית של חומר רדיואקטיבי הינה תכונה אינהרנטית של החומר, שאינה תלויה במקום שהותו (בתוך הגוף, או מחוצה לו). דעיכה ביולוגית אינה קשורה בתופעת הרדיואקטיביות, והיא כרוכה בהפרשת החומר מן הגוף, כתהליך ביוכימי רגיל.

החשיפה לדלקות. קרינת החום מוערכת כגורם עיקרי ביצירת נפגעים בקרב אנשים לא מוגנים.

הדופק האלקטרומגנטי כולל קרינה בתחום אורכי גל ארוכים יחסית ומשפיע בעיקר על פעולתם של רכיבי ציוד חשמלי ואלקטרוני (במכשירי קשר, בלוחות פיקוד, במחשבים וכו') ולא על גוף האדם. הדוא"מ נושא רק חלק קטן מן האנרגיה, המשתחררת בעת הפיצוץ הגרעיני, אך טווח השפעתו עשוי להגיע למאות ולאלפי ק"מ (בהתאם לגובה הפיצוץ). לעומת הדוא"מ, עיקר השפעתה של הקרינה הגרעינית — היא על רקמות הגוף החי. הקרינה פוגעת בעומק הגוף עקב כושר חדירתה הגבוה. היא גורמת ליינון האטומים\* וכתוצאה מכך, לנזקים אקרטיים, כרוניים וגנטיים לרקמות שונות. השפעותיה עשויות להתגלות רק שעות או ימים לאחר החשיפה (במנות קרינה גבוהות) או לאחר שנים רבות (בתחום מנות נמוכות יותר).

הקרינה הגרעינית המידית עשויה להתקדם מאות ואלפי מטרים ממוקד הפיצוץ. עם זאת, אין היא כשלעצמה, גורם דומיננטי ביצירת אבדות בקרב כוחות לא מוגנים. יחד עם זאת, החשיפה לקרינה זו צפויה לסכך את מצבם הגופני של פצועים ושל פגועי כוויית. לאחר תום החשיפה לקרינה המידית לא נותרים בגוף עקבות זיהום, וסימניה של "מחלת הקרינה", העתידים להופיע באיחור (אם אכן יופיעו)

\* יינון: הוצאת אלקטרוניס מן האטום, והותרתו טעון מטען חשמלי חיובי.